第 24 講　原子と原子核

1　次の文中の空欄に当てはまる語句，記号を答えよ。

原子は原子核と[1]から構成されている。原子核は原子の質量の大部分をになっていて[2]の電荷をもつ粒子である。一方，[1]は[3]の電荷をもっており，そのため[4]力で原子核と引きあい，そのまわりをまわっている。原子核は[5]と[6]から構成されている。[6]は電荷をもたず，原子核の電荷はすべて[5]がになっている。[5]と[6]の質量はほぼ等しい。

原子の原子番号 Z は，その原子の原子核中の[5]の数 Z に等しい。したがって，中性の原子の中では，原子核のまわりを[7]個の[1]がまわっている。また，[6]の数 N と[5]の数 Z との和を，原子核の質量数といい A で表す。原子番号 Z が同じで N が異なる原子核をもつ原子を互いに[8]という。[8]どうしは，光のスペクトルや化学的な性質などがほとんど同じである。

原子核の構成を示す記号として，${}^{A}_{Z}X$ が用いられる。X は元素記号である。たとえば，通常の酸素の原子核は 8 個の[5]と 8 個の[6]からなり，記号[9]で表される。酸素には，このほか質量数が 1 および 2 だけ多い[8]があり，それぞれ記号[10]，[11]と表される。

原子核には不安定なものがあり，これらの原子核は放射線を放出してより安定な別の原子核に変わっていく。このように自然に放射線を放出する原子核の性質を[12]という。放出される放射線には，[13]，[14]，[15]の 3 種類があり，[13]は高速のヘリウム原子核 ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ の流れ，[14]は高速の[1]の流れ，[15]は非常に短い波長の[16]である。

原子核として結合していることができる[5]と[6]の総数には上限があり，大きな質量数の原子核はより小さな質量数の原子核に分かれてしまう傾向がある。たとえば，1 個の ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ に 1 個の[6]を衝突させて吸収させると記号[17]で表される[8]ができるが，この原子核はとても不安定で，すぐに 2 つの原子核に分かれると同時に，いくつかの[6]を放出する。この現象を[18]といい，これに伴ってエネルギーが放出される。放出された[6]は別の ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ に吸収され再び[18]が起こる。このようにして同じ反応が次々と起こることを[19]という。

逆に，質量数の小さな原子核どうしを結合させて，エネルギーを取り出すことができる。このような現象を[20]という。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　確認テスト

［A］

次の文章中の空欄［ア］・［イ］に入れる語の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。

電子が原子核のまわりを円運動していると考えるラザフォードの原子模型では，電子が電磁波を放射して徐々に［ア］を失い，電子の軌道半径が時間とともに小さくなってしまうという問題があった。ボーアはこの問題を解決するために「原子中の電子は，ある条件を満足する円軌道上のみで運動している」という仮説を導入した。このとき，電子はある決まったエネルギーをもち電磁波を放射しない。この状態を定常状態という。

さらに，「電子がある定常状態から別のエネルギーをもつ定常状態に移るとき，その差のエネルギーをもつ１個の［イ］が放出または吸収される」という仮説も導入し，水素原子のスペクトルの説明に成功した。

	ア	イ
①	質量	光電子
②	質量	光子
③	エネルギー	光電子
④	エネルギー	光子
⑤	電荷	光電子
⑥	電荷	光子

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

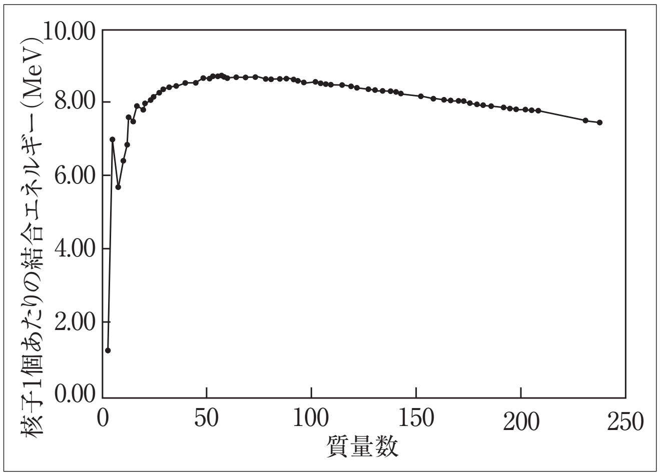
[B]

次の文章を読んで，問１～４に答えなさい。

原子核の質量は，それを構成する核子の質量の和よりも小さいことが知られている。原子番号 Z，質量数 A の原子核の質量を m，陽子の質量を m_{p}，中性子の質量を m_{n} とすると，質量欠損 $\varDelta m$ は次式で表される。

$$\varDelta m = \boxed{\text{a}}\, m_{\mathrm{p}} + \boxed{\text{b}}\, m_{\mathrm{n}} - m \qquad (1)$$

アインシュタインの相対性理論によれば，質量とエネルギーは等価であり，失われた質量 $\varDelta m$ は結合エネルギーとして核子を結びつけるために使われたと考えられる。図は核子一個あたりの結合エネルギーが質量数によって違うことを表している。核子一個あたりの結合エネルギーは質量数が60前後で最大となる。質量数がそれより大きい原子核は核分裂によってエネルギーを解放する。一方，質量数がそれより小さい原子核は核融合によってエネルギーを解放する。



問１　式(1)の空欄 $\boxed{\text{a}}$ と $\boxed{\text{b}}$ に入る適当な記号の組を１つ選び，記号で答えなさい。

①　$\boxed{\text{a}}\ Z$　$\boxed{\text{b}}\ Z$

②　$\boxed{\text{a}}\ Z$　$\boxed{\text{b}}\ A$

③　$\boxed{\text{a}}\ Z$　$\boxed{\text{b}}\ A-Z$

④　$\boxed{\text{a}}\ A$　$\boxed{\text{b}}\ Z$

⑤　$\boxed{\text{a}}\ A$　$\boxed{\text{b}}\ A$

⑥　$\boxed{\text{a}}\ A$　$\boxed{\text{b}}\ Z-A$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　光速を c とするとき，核子一個あたりの結合エネルギーを与える式として適当なものを１つ選び，記号で答えなさい。

① Δmc^2　② $\frac{1}{2}\Delta mc^2$　③ $\frac{\Delta mc^2}{A}$

④ $\frac{\Delta mc^2}{2A}$　⑤ $\frac{\Delta mc^2}{Z}$　⑥ $\frac{\Delta mc^2}{2Z}$

問３　${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ が放射性崩壊を繰り返して ${}^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ になるまでには α 崩壊が［ア］回と β 崩壊が［イ］回起こる。空欄［ア］，［イ］に入る適当な数字の組を１つ選び，記号で答えなさい。

① a 16, b 10	② a 10, b 16	③ a 10, b 8
④ a 8, b 10	⑤ a 6, b 8	⑥ a 8, b 6

問４　現在の地球上での ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ と ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ の存在割合はそれぞれ 99.3% と 0.7% である。簡単のためにそれぞれ 99% と 1% 存在するとし，${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ と ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ の半減期がそれぞれ 45 億年と 9 億年であり，地球が 45 億年前に誕生したとすると，地球が誕生した時の ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ の存在割合は約［ウ］である。空欄［ウ］に入る最も適当なものを１つ選び，記号で答えなさい。

①　1%　②　5%　③　14%　④　19%　⑤　32%　⑥　81%

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 24 講　原子と原子核

1

(1) 電子	(2) 正	(3) 負	(4) 静電気	(5) 陽子
(6) 中性子	(7) Z	(8) 同位体	(9) ${}^{16}_{8}\mathrm{O}$	(10) ${}^{17}_{8}\mathrm{O}$
(11) ${}^{18}_{8}\mathrm{O}$	(12) 放射能	(13) α 線	(14) β 線	(15) γ 線
(16) 電磁波	(17) ${}^{236}_{92}\mathrm{U}$	(18) 核分裂	(19) 連鎖反応	(20) 核融合

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　確認テスト

【解答】

［A］ ④　　［B］ 問1 ③　　問2 ③　　問3 ⑥　　問4 ③

【解説】

［A］

電子は電磁波を放射してエネルギー$_{ア}$を失う。また，原子が状態遷移する時には，その差に相当するエネルギーを光子$_{イ}$として放出する。

［B］

問1　原子番号 Z，質量数 A の原子核では，陽子は Z 個，中性子は $A-Z$ 個ゆえ

$$\Delta m = \{\underline{Z}_{\rm a} \times m_{\rm p} + \underline{(A-Z)}_{\rm b} \times m_{\rm n}\} - m$$

問2　結合エネルギーは，質量欠損に相当する分のエネルギーゆえ

$$\underline{\frac{\Delta mc^2}{A}}$$

問3　α 崩壊を x 回，β 崩壊を y 回として，

$$\begin{cases} \text{質量数について：} 238 - 4x = 206 \\ \text{原子番号について：} 92 - 2x + y = 82 \end{cases}$$

2式より，$\underline{x = 8,\ y = 6}$

問4　45億年前，${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ は現在の2倍，${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ は $2^{\frac{45}{9}} = 32$ 倍あったので，

$${}^{238}_{92}\mathrm{U} : {}^{235}_{92}\mathrm{U} = 99 \times 2 : 1 \times 32 = 99 : 16$$

よって，${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ は全体の

$$\frac{16}{99+16} \fallingdotseq 0.14 \qquad \therefore \quad \underline{14\%}$$

存在した。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。